

## **ANEJO Nº 11 ESTUDIO DE TRÁFICO**

## ÍNDICE

<b>1.- OBJETO DEL ESTUDIO .....</b>	<b>2</b>
<b>2.- CARACTERIZACIÓN DE LA RED VIARA.....</b>	<b>2</b>
<b>3.- MODELO DE MOVILIDAD .....</b>	<b>3</b>
<b>4.- PROGNOSIS DE TRÁFICO .....</b>	<b>5</b>
<b>5.- CAPACIDAD DE LA GLORIETA .....</b>	<b>10</b>
<b>6.- TRÁFICO DE PROYECTO .....</b>	<b>11</b>
6.1.- Valores de incremento de tráfico a adoptar y porcentaje de vehículos pesados	11
6.2.- Categoría de tráfico pesado .....	12
<b>7.- NIVELES DE SERVICIO.....</b>	<b>12</b>
7.1.- Clase de carretera y velocidad de proyecto .....	12
7.2.- Metodología .....	13

### **APÉNDICES:**

APÉNDICE Nº 1. MAPAS DE TRÁFICO DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS

## 1.- OBJETO DEL ESTUDIO

La inclusión de este estudio de tráfico en el presente proyecto tiene como objetivos principales:

- Analizar la movilidad y previsión del tráfico generado entre el núcleo urbano de Espartinas y el enlace satélite de la SE-40 con la A-49 (recientemente construido), para el correcto dimensionamiento del vial de conexión.
- Evaluar la capacidad de la glorieta con la que conectará el vial proyectado, comprobando que el tráfico generado no producirá una merma en la misma.
- Determinar la categoría de tráfico y número de ejes equivalentes que corresponde a la conexión con el vial de acceso a Espartinas.

Como base de partida, se han tomado los aforos de las estaciones de tráfico de la carretera A-8076, así como los datos de tráfico aportados en el Anejo N° 5-Planeamiento y Tráfico del Proyecto de Construcción de la Autovía SE-40; Tramo: Enlace SE-648 (Almensilla) – Enlace A-49 (Huelva), verificados y actualizados.

En el citado Anejo se realiza un análisis de la movilidad con origen o destino Espartinas en función del Censo de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística del año 2004 y teniendo en cuenta cómo se canalizan los movimientos con el exterior de Espartinas antes de la puesta en funcionamiento de la SE-40.

## 2.- CARACTERIZACIÓN DE LA RED VIARA

El área de estudio de este proyecto se encontraba incluida en el Proyecto de Construcción de la SE-40 entre los enlaces de la SE-648 y la A-49. No obstante, este proyecto no contemplaba inicialmente el acceso al municipio de Espartinas, acceso que se tomó en consideración con posterioridad al Estudio de Tráfico.

En cuanto a la movilidad actual con origen o destino Espartinas, ésta se canaliza principalmente a través de la carretera autonómica A-8076. Esta carretera conecta Sevilla con Sanlúcar la Mayor mediante un enlace con la A-49 en Castilleja de la Cuesta. Cuenta con un tráfico el año 2018 (último año del que se disponen datos de aforos) entre 15.000 y 25.000 veh/día entre Sevilla y Espartinas y entre los 10.000 25.000 veh/día entre Espartinas y Umbrete.

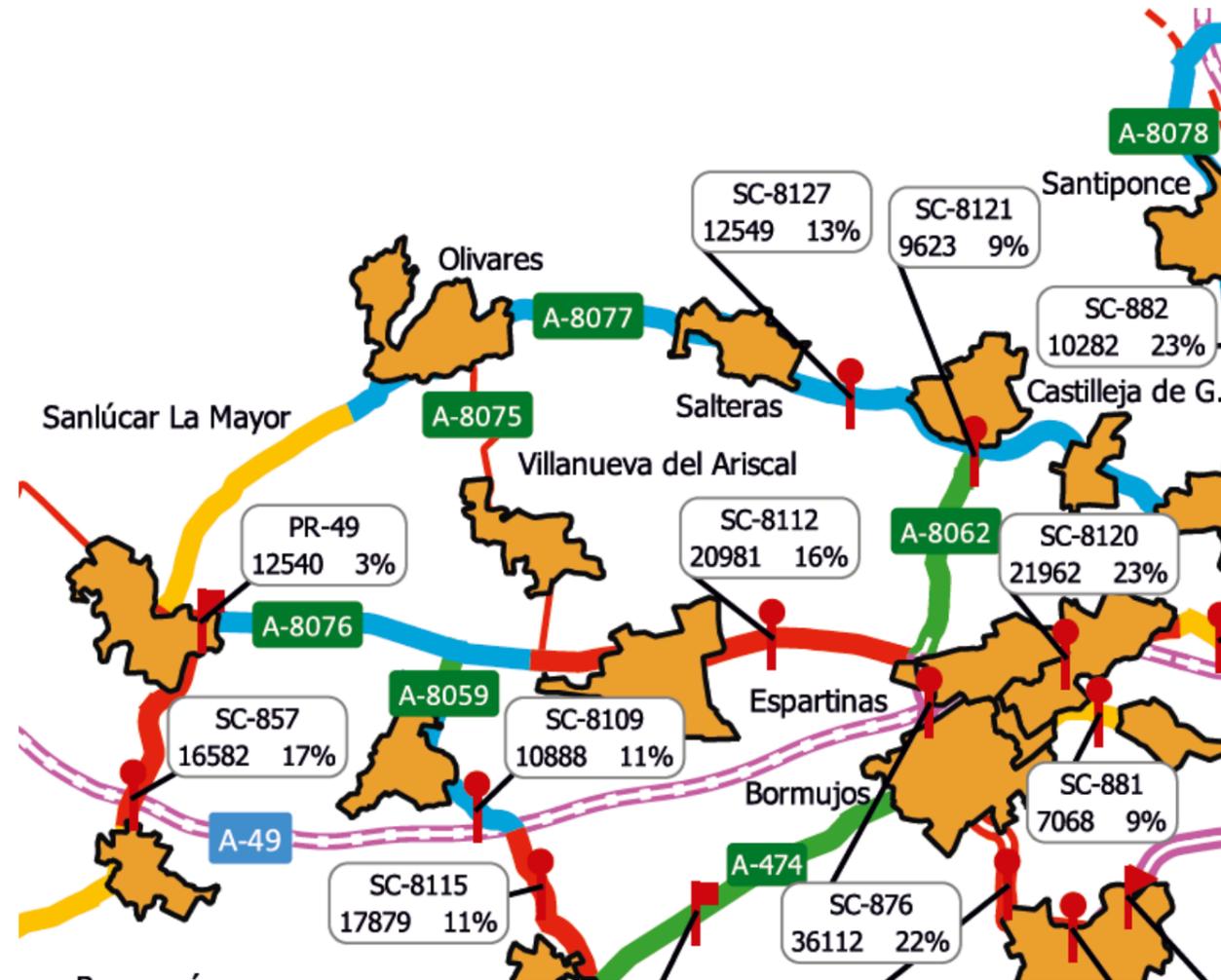


La A-8059 de Umbrete a Bollullos de la Mitación, con enlace con la A-49, facilita un camino alternativo de acceso a Espartinas por Umbrete, con tráficos superiores a los 10.000 veh/día el año 2018.

Para caracterizar los tráficos en el área de estudio, nos apoyamos en los datos aportados por las estaciones PR-49 y SC-8112 situadas en el PK 10+600 y 1+905 respectivamente de la A-8076, en la entrada y salida de Espartinas.

Los aforos registrados en estas estaciones para el año 2018 son de 12.540 veh/día (3% pesados) entre Espartinas y Umbrete y de 20.981 veh/día (20% pesados) entre Castilleja y Espartinas.

Se aporta a continuación la información de la Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía correspondiente a estas estaciones para el año 2018.



### Signos convencionales

Red Autónoma de Carreteras de Andalucía

	I.M.D. de 0 a 500
	I.M.D. de 500 a 1.000
	I.M.D. de 1.000 a 2.000
	I.M.D. de 2.000 a 5.000
	I.M.D. de 5.000 a 7.500
	I.M.D. de 7.500 a 10.000
	I.M.D. de 10.000 a 15.000
	I.M.D. de 15.000 a 25.000
	I.M.D. de más de 25.000

### 3.- MODELO DE MOVILIDAD

El análisis funcional de los tráficos se apoyará además en los datos socioeconómicos relacionados con la movilidad y su evolución en el municipio de Espartinas.

Se aceptan las hipótesis consideradas en el Estudio de Tráfico del Proyecto de Construcción de la Autovía SE-40; Tramo: Enlace SE-648 (Almensilla) – Enlace A-49 (Huelva), para el año 2004, y se realiza una progresión del tráfico hasta el año actual (2020) y Horizonte (2030).

En la Encuesta Domiciliaria, realizada el año 2001 en el marco del Estudio de Movilidad en la aglomeración urbana de Sevilla, se obtuvo un índice de producción de viajes de 2,46 viajes por persona, con el siguiente reparto modal: 0,93 viajes/persona A Pie, 0,36 viajes/persona en Transporte público, 1,02 viajes/persona en Vehículo privado y 0,15 viajes/persona en Otros modos.

En medios mecanizados se tendría un índice de producción de 1,38 viajes/persona, con un reparto Transporte público/Transporte privado: 26/74.

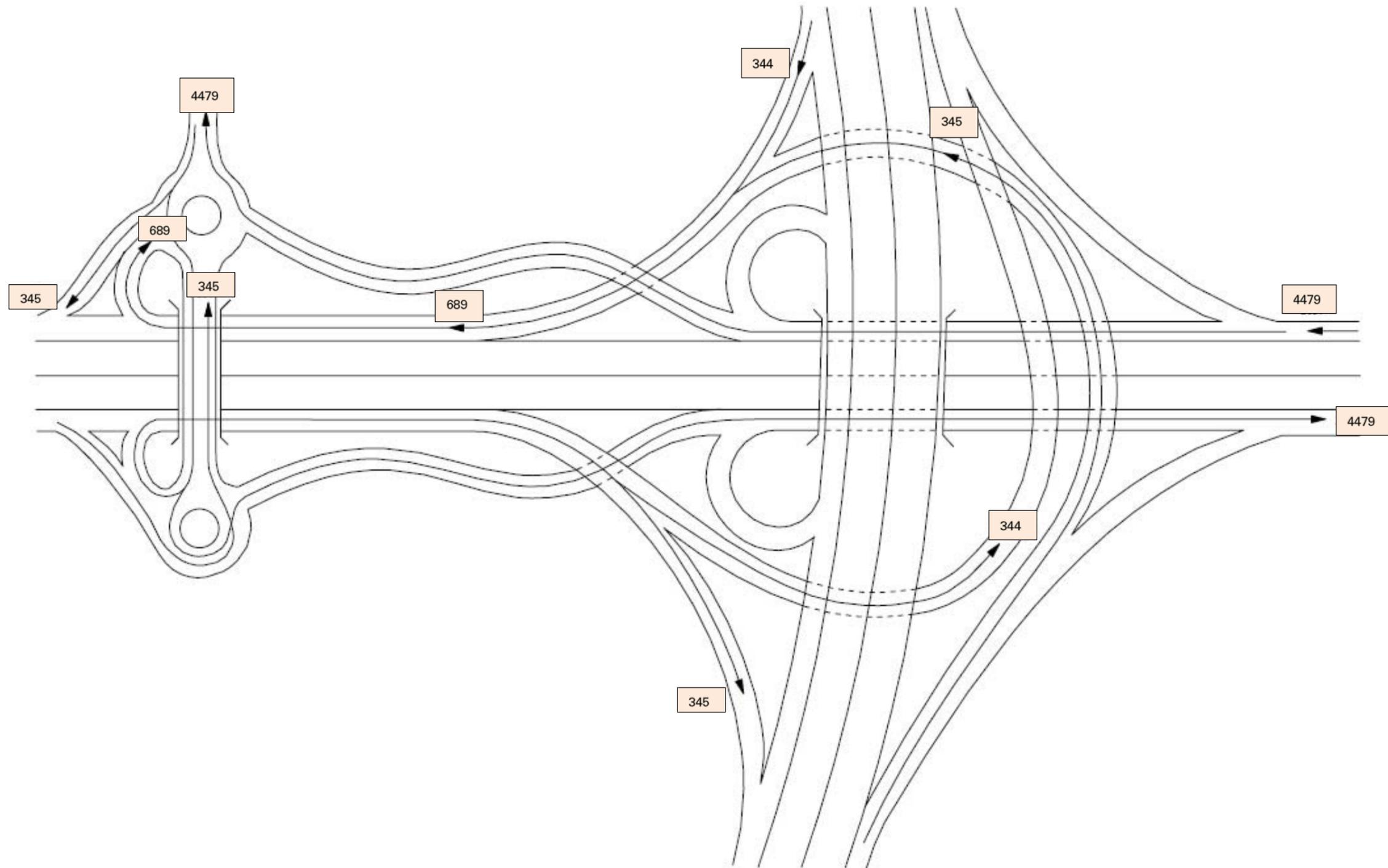
Aceptando, para Espartinas, dado su mayor nivel de motorización y su localización suburbana, un índice de 1,50 viajes/persona, en medios mecanizados, y un reparto 20/80, los 15.971 residentes en Espartinas, el año 2019, generaron y atrajeron, dicho año, 18.949 viajes en vehículo privado.

Aceptando un 20% de viajes internos al municipio, y una ocupación de 1,1 personas/coche, con origen o destino Espartinas, se produjeron en un día medio del año 2019, en relaciones con el exterior 13.781 viajes de vehículos/día.

Para evaluar su impacto en el viario de acceso se acepta:

- El 65% de las relaciones con el exterior se producen con Sevilla: 8.958 veh/día.
- El 5% de las relaciones con el exterior se producen con Huelva: 689 veh/día.
- El 30% de las relaciones con el exterior (4.134 veh/día) se producen en relaciones con municipios del entorno, de los cuales:
  - o 20% no utiliza la SE-40: 2.756
  - o 10% se apoyan en la SE-40: 1.378

En la figura adjunta se refleja el tráfico en el año 2019 en el acceso a Espartinas, calculado en base a estas hipótesis.



#### 4.- PROGNOSIS DE TRÁFICO

A partir de los datos aportados en los puntos anteriores, y actualizados según las cifras oficiales de población resultantes de la revisión del Padrón municipal de Espartinas a 1 de enero de 2020, se obtiene una distribución de viajes con origen o destino Espartinas para los años actual y horizonte.

Se mantienen las hipótesis aplicadas para el año 2019 (Índice de viajes por persona de 1,50 en medios mecanizados; reparto transporte público/transporte privado 20/80; un 20% de viajes internos al municipio, y una ocupación de 1,1 personas/coche):

Tráfico generado 2004-2019				
Año	Población	Progresión de crecimiento (%)	Generación viajes en vehículo privado (persona/día)	Tráfico en conexiones con el exterior (veh/día)
2004	7.226		8.671	6.306
2005	7.958	10,13	9.550	6.945
2006	9.177	15,32	11.012	8.009
2007	10.485	14,25	12.582	9.151
2008	11.838	12,90	14.206	10.331
2009	12.648	6,84	15.178	11.038
2010	13.166	4,10	15.799	11.490
2011	13.624	3,48	16.349	11.890
2012	14.217	4,35	17.060	12.408
2013	14.485	1,89	17.382	12.641
2014	14.723	1,64	17.668	12.849
2015	14.909	1,26	17.891	13.011
2016	15.198	1,94	18.238	12.264
2017	15.423	1,48	18.508	13.460
2018	15.683	1,69	18.820	13.687
2019	15.791	0,69	18.949	13.781

Es apreciable cómo la progresión de crecimiento de la población se reduce drásticamente entre los años 2004 y 2019, observándose valores de crecimiento de la población de más del 15% entre el año 2005 y 2006, pero que se reducen al 0,69% para los años 2018-2019.

Esta misma reducción en la progresión de crecimiento es aplicable a los movimientos que se producen con el exterior.

Para poder analizar el tráfico y realizar una prognosis realista del mismo hasta el año horizonte (veinte años posterior al de la puesta en servicio, adoptaremos como tasa de crecimiento un valor del 1,44 %, cifra similar a la media de progresión de crecimiento de población en los últimos 5 años, que ha sido del 1,41% de acuerdo con los datos de la tabla anterior y que, además, coincide con lo indicado en la Orden FOM/3317 de 17 de diciembre, pues en ella se establece que los incrementos de tráfico a utilizar en los estudios de tráfico a efectos de definir la categoría del firme, así como cualquier otra cuestión de la geometría será del 1,44% para el periodo 2017 en adelante.

De esta forma, considerando como tasa de crecimiento un 3,00%, que estaría del lado de la seguridad para la hipótesis considerada, se obtendría la previsión indicada a continuación:

Prognosis año horizonte 2028	
Año	Tráfico en conexiones con el exterior (veh/día)
2019	13.781
2020	13.980
2021	14.181
2022	14.385
2023	14.592
2024	14.802
2025	15.016
2026	15.232
2027	15.451
2028	15.674
2029	15.899
2030	16.128
2031	16.361
2032	16.596
2033	16.835
2034	17.078
2035	17.324
2036	17.573
2037	17.826
2038	18.083
2039	18.343
2040	18.607
2041	18.875
2042	19.147

\*Año actual

\*Año puesta en servicio

\*Año horizonte

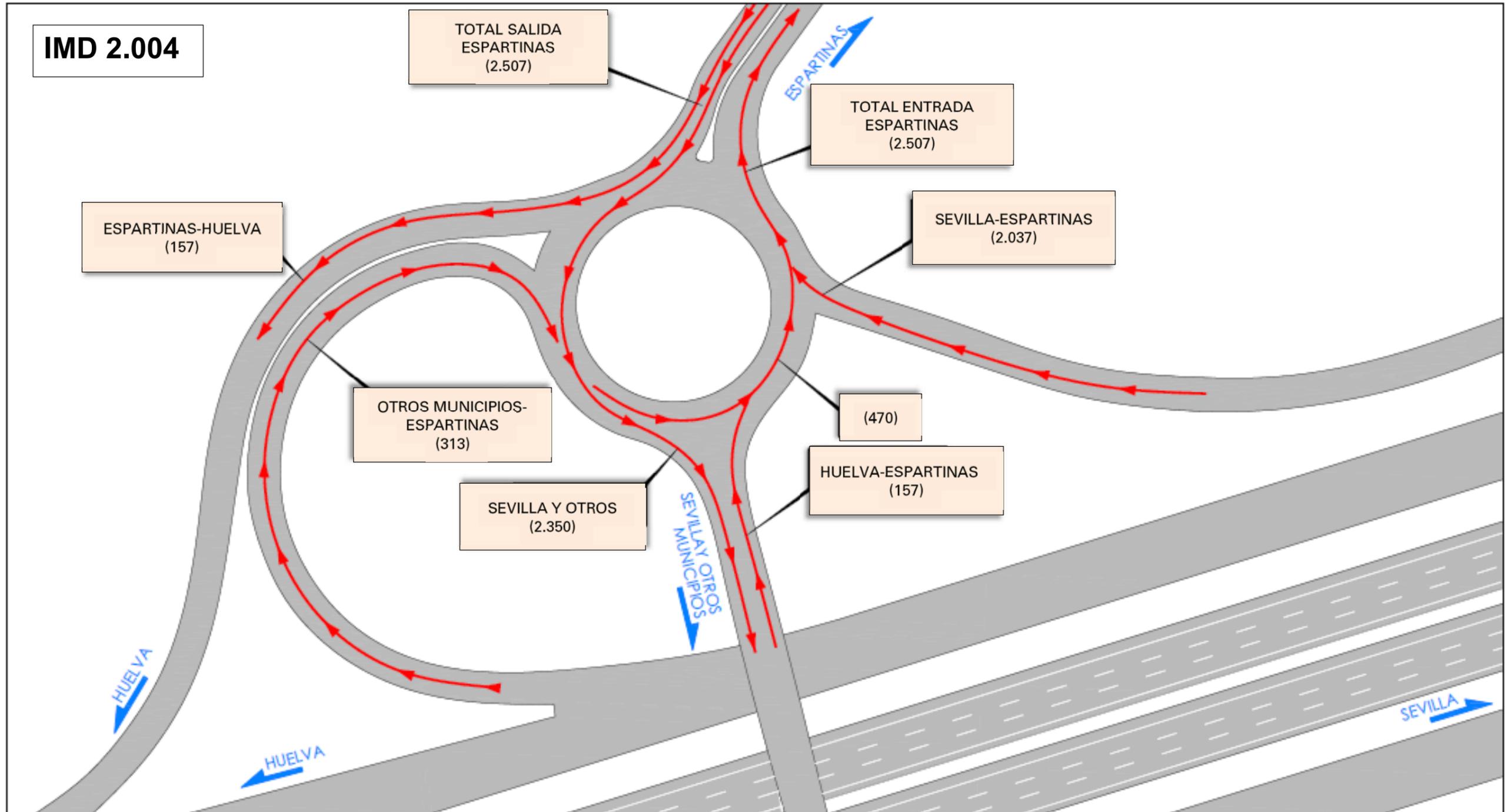
La distribución de viajes con origen o destino a Espartinas, tanto apoyándose en el enlace de la SE-40 con la A-49, como utilizando otras vías de comunicación, se puede apreciar en la siguiente tabla:

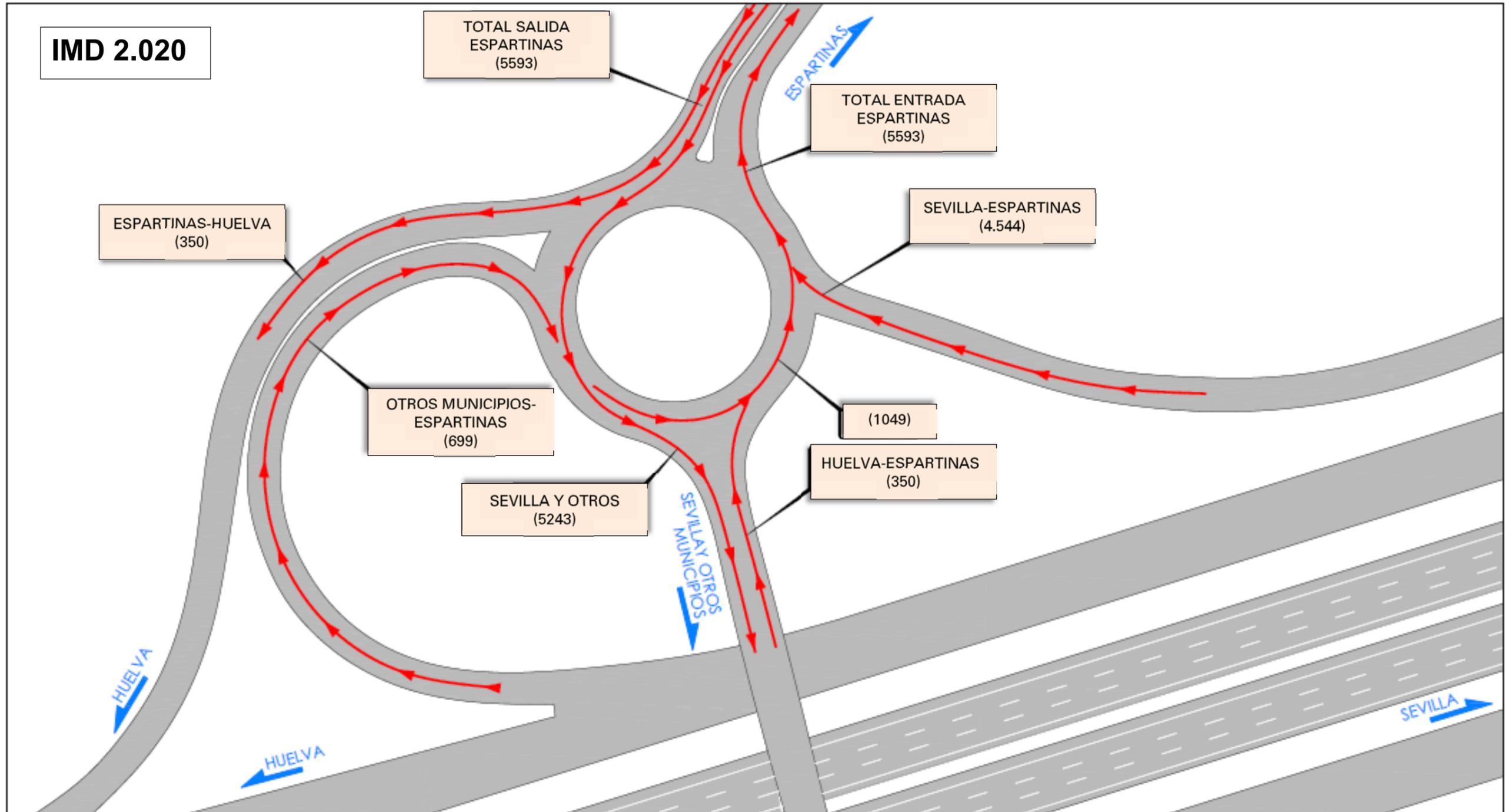
Distribución de viajes con origen/destino Espartinas				
Año	Sevilla (65%)	Huelva (5%)	Otros Municipios a través de la SE-40 (10%)	Otros Municipios sin utilizar la SE-40 (20%)
2004	4.073	313	627	1.253
2020	9.087	700	1.398	2.795
2022	9.350	719	1.439	2.877
2042	12.446	957	1.915	3.829

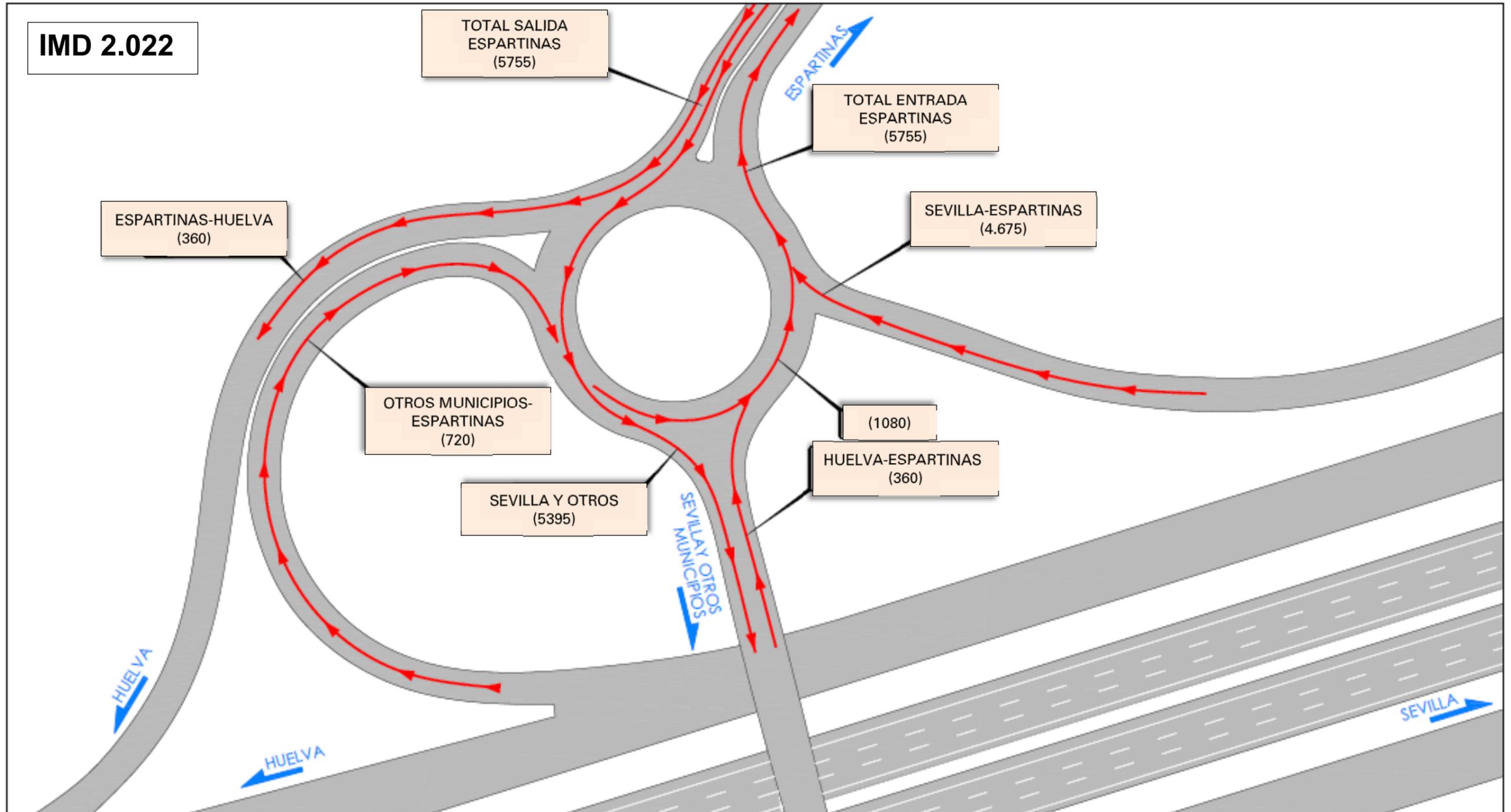
Año del estudio de tráfico de la SE-40

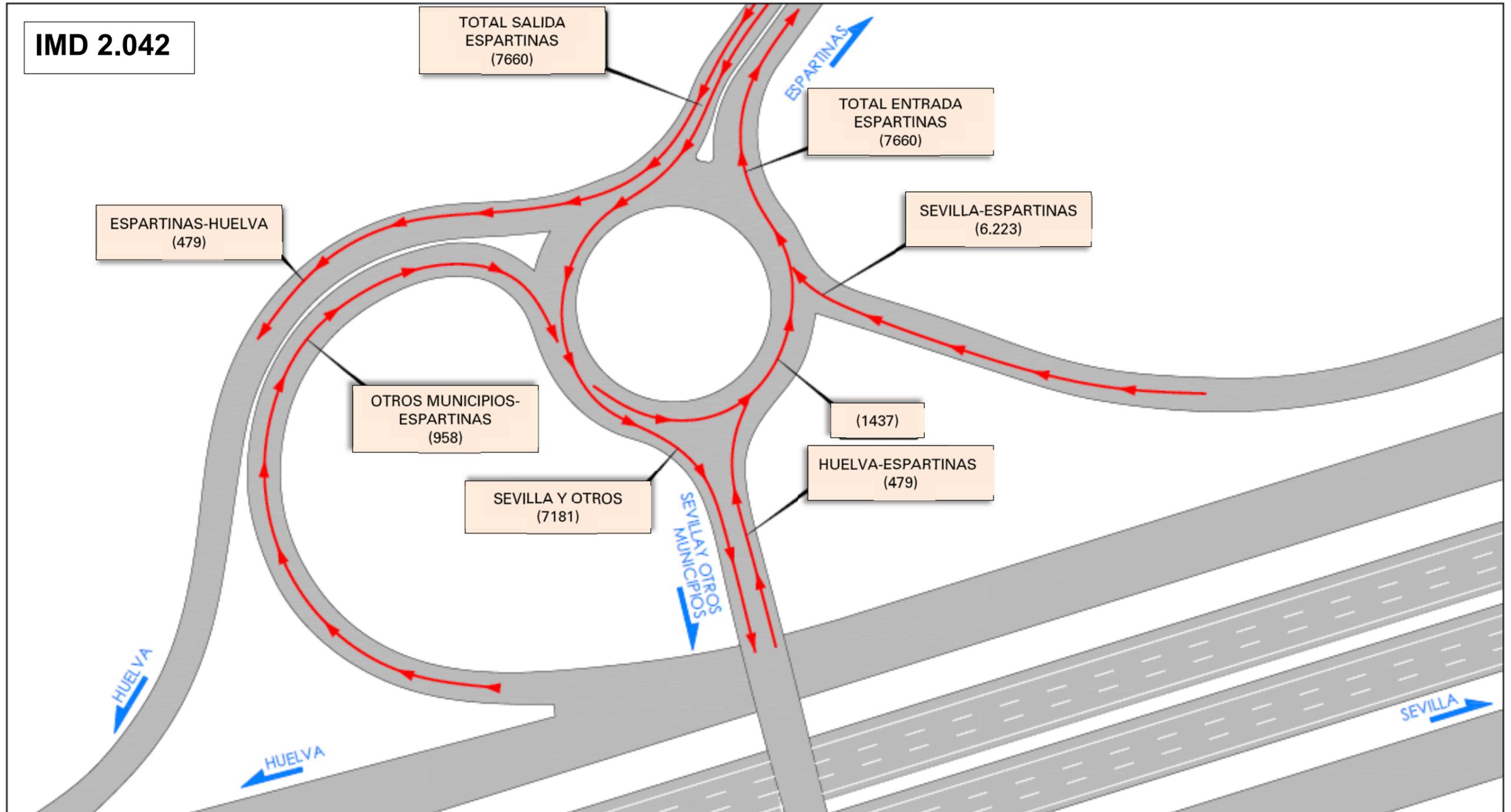
Año actual

Año puesta en servicio









## 5.- CAPACIDAD DE LA GLORIETA

Se utiliza el método del CETUR para capacidad en glorietas.

En este método se acepta que la capacidad máxima de una entrada es fija e igual a 1500 veh/hora, es decir, la capacidad de un carril a velocidad reducida pero sin interferencias, y considera que una parte también de los vehículos que abandonan la calzada circular en la anterior salida (20%) pueden considerarse tráfico molesto, en la medida en que su decisión de salir y no pasar por delante de la entrada no es percibida por el conductor entrante con el tiempo suficiente para decidirse a iniciar la maniobra de entrada.

En definitiva, la fórmula simplificada para el caso de una entrada y una calzada anular de un solo carril es la siguiente:

donde:

- Ce es la capacidad de la entrada
- Qc es el tráfico que circula por la calzada anular delante de la entrada
- Qs es el tráfico que sale por el mismo brazo  
(todos los tráficos en vehículos ligeros por hora)

Para el cálculo de capacidades de entradas a glorietas que no cumplan las simplificaciones de la fórmula (un solo carril de entrada y en el anillo), el método de CETUR propone las siguientes modificaciones:

En el caso de glorietas urbanas de pequeño diámetro (10 a 30 metros), se considera que una anchura media del anillo de 8 metros no engendra una circulación anular en dos filas, aunque favorece la entrada forzada de aquellos vehículos que simplemente giran a la derecha. Por ello, en estos casos, debe utilizarse un tráfico molesto del 90% del real, es decir, multiplicar el segundo sumando de la fórmula por 0,9.

Para las de diámetro superior, una anchura media del anillo de 8 metros, permite la formación de dos filas de circulación anular. En esos casos, debe utilizarse como tráfico molesto un 70% del real, es decir, debe multiplicarse el segundo sumando de la fórmula por 0,7.

De acuerdo con las dimensiones de la glorieta (radio de 22,5 m y 2 carriles en anillo central) y de los accesos, la capacidad de los accesos a la glorieta (Ce) vendrá dada por las expresiones:

$$Ce = 1500 - 0,7 * 5/6 (Qc + 0,2 Qs)$$

Ya que el tráfico no está formado exclusivamente por vehículos ligeros es necesario obtener la intensidad de un tráfico equivalente.

La intensidad horaria debe reflejar la influencia de vehículos pesados, la variación en el tiempo de la circulación durante una hora, y las características de los conductores (si conocen la vía o no). Estos efectos se reflejan ajustando el volumen de tráfico horario, normalmente medido en veh/h, para obtener una intensidad equivalente de coches. Para realizar este análisis se tomará como intensidad horaria la IH30 de la estación PR-49 situada en la carretera A-8076, igual al 9,40%.

Para traducir los tráficos horarios en tráficos de vehículos horarios equivalentes se acepta la expresión del Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual 2000) publicado por la asociación estadounidense TRB (Transportation Research Board):

$$I_{eq} \text{ (veh.lig.equiv.)} = \frac{I}{f_{vp} \cdot f_{HP} \cdot f_C}$$

siendo:

- I<sub>eq</sub> = Intensidad horaria equivalente (veh/h)
- I = Intensidad horaria (veh/h)
- f<sub>vp</sub> = factor de ajuste por presencia de vehículos pesados

$$\frac{1}{1 + p (Ec - 1)}$$

donde:

P es el porcentaje de pesados (16% Estación SC-8112)

Ec es el nº de coches equivalentes con respecto a los vehículos pesados. Tabla 23-8 del Manual, en función del tipo de terreno y el % de pesados. (1,5)

$$\frac{1}{1 + 16\% (1,5 - 1)} = 0,977$$

f<sub>HP</sub> = factor hora punta f<sub>HP</sub> = 0,95 (Zona urbana)

f<sub>C</sub> = factor por tipo de conductor o de conocimiento de la vía f<sub>C</sub> = 1

$$\frac{I}{f_{vp} \cdot f_{HP} \cdot f_C} = \frac{I}{0,977 \cdot 0,95 \cdot 1} = 1,077 * I$$

En las tablas adjuntas se refleja el volumen de tráfico, las intensidades horarias e intensidades horarias de vehículos ligeros equivalentes de cada ramal, así como la ratio Intensidad/Capacidad en la glorieta de conexión entre la SE-40/A-49 y el municipio de Espartinas, para la IH30 (9,40% de la IMD) en los

años 2020 (actual) y 2030 (horizonte).

2020										
Acceso	IMD Entrada	Sección	Tráfico (veh/h)			Tráfico (veh. lig. equiv./hora)			Capacidad Ce	Relación Intensidad/Capacidad
			Qc	Qs	Qe	Qc	Qs	Qe		
Ramal entrada desde Espartinas	5593	1 carril	0	526	526	0	577	577	1.433	40,27
Ramal entrada desde Sevilla	4544	1 carril	99	0	427	107	0	460	1.438	31,99
Ramal entrada desde Huelva	350	1 carril	66	493	33	71	531	36	1.397	2,58
Ramal entrada desde Otros Municipios	699	1 carril	493	33	66	531	36	71	1.186	5,99

2022										
Acceso	IMD Entrada	Sección	Tráfico (veh/h)			Tráfico (veh. lig. equiv./hora)			Capacidad Ce	Relación Intensidad/Capacidad
			Qc	Qs	Qe	Qc	Qs	Qe		
Ramal entrada desde Espartinas	5755	1 carril	0	541	541	0	583	583	1.432	40,71
Ramal entrada desde Sevilla	4675	1 carril	102	0	439	110	0	473	1.436	32,94
Ramal entrada desde Huelva	360	1 carril	68	507	34	73	546	37	1.394	2,65
Ramal entrada desde Otros Municipios	720	1 carril	507	34	68	546	37	73	1.177	6,20

2042										
Acceso	IMD Entrada	Sección	Tráfico (veh/h)			Tráfico (veh. lig. equiv./hora)			Capacidad Ce	Relación Intensidad/Capacidad
			Qc	Qs	Qe	Qc	Qs	Qe		
Ramal entrada desde Espartinas	7660	1 carril	0	720	720	0	775	775	1.409	55,00
Ramal entrada desde Sevilla	6223	1 carril	135	0	585	145	0	630	1.415	44,52
Ramal entrada desde Huelva	479	1 carril	90	675	45	97	727	48	1.358	3,53
Ramal entrada desde Otros Municipios	958	1 carril	675	45	90	727	48	97	1.070	9,07

Dado que la relación entre el tráfico de entrada y la capacidad de la misma es en todos los ramales incluso inferior al 50% (excepto para el ramal de entrada desde Espartinas en el año horizonte), se

puede afirmar que la glorieta funcionaría sin problemas hasta el año horizonte del proyecto.

## 6.- TRÁFICO DE PROYECTO

### 6.1.- Valores de incremento de tráfico a adoptar y porcentaje de vehículos pesados

Para la estimación del tráfico de proyecto y la categoría del tráfico pesado, se siguen las instrucciones de la norma 6.1-IC "Secciones de firme". Según ésta, la estructura del firme, deberá adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentalmente del más pesado, durante la vida útil del firme. Por ello, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Dicha intensidad se utilizará para establecer la categoría de tráfico pesado.

Para estimar la evolución del tráfico pesado, necesaria para la determinación de la intensidad en el año de puesta en servicio, se podrá adoptar como tasa de crecimiento el valor medio de las obtenidas en los cinco últimos años en la estación de aforo permanente o de control (primaria o secundaria) en el mismo itinerario y más próxima al tramo en estudio.

Para evaluarla se partirá de los aforos y proporción de vehículos pesados de las estaciones SE-8224 (a partir del año 2017 corresponde a la estación SC-8112) y PR-49 situadas ambas en la carretera A-8076, principal vía de comunicación del municipio de Espartinas.

ESTACIÓN SE-8224 (SC-8112)				
AÑO	IMD	% PESADOS	IMDp	INCREMENTO IMD
2014	16.527	8	1.322	-
2015	16.424	9	1.478	-0,62
2016	16.634	8	1.331	1,28
2017	19.824	18	3.568	19,18
2018	20.981	16	3.357	5,84

Promedio últimos 5 años con registro: 6,42%

ESTACIÓN: PR-49				
AÑO	IMD	% PESADOS	IMDp	INCREMENTO PESADOS
2014	9.637	3	289	-
2015	9.502	3	285	-1,40
2016	9.734	3	292	2,44
2017	10.478	3	314	7,64
2018	12.540	3	376	19,68

Promedio últimos 5 años con registro:

De los datos aportados por las dos estaciones, se observa que la evolución del tráfico en la estación SE-8224 (SC-8112), tiene un comportamiento totalmente irregular, pues se suceden años con un reducido crecimiento del mismo con otros en los que aumenta de forma considerable. El porcentaje de vehículos pesados sobre el total de la IMD sí se mantiene relativamente uniforme de unos años a otros, con excepción del salto que se produce en 2017, en que el porcentaje de pesados duplica al del año anterior, manteniendo posteriormente un porcentaje similar.

La estación PR-49 presenta una evolución en el tráfico más uniforme, pues entre los años 2014 y 2018 ha tenido un constante crecimiento en el peso que los vehículos pesados suponen respecto a la IMD. Aun así, en el año 2018 también registra un fortísimo crecimiento de vehículos. Por su parte, el porcentaje de vehículos pesado se mantiene constante durante los años analizados, quedando siempre en el 3,00%

De esta forma, el valor promedio obtenido para estos años sobre la evolución del tráfico no puede considerarse representativo a la vista del dispar comportamiento que, como se ha observado, éste tiene.

Por ello, y siguiendo las indicaciones que sobre el contenido del Anejo 11 “Estudio de tráfico” se hacen en la “Nota de Servicio 1/2019 sobre Instrucciones para la redacción de los proyectos supervisados por la Subdirección General de Conservación”, en las que se especifica lo siguiente: *En cuanto al crecimiento a adoptar para el tráfico, se utilizarán o bien los porcentajes resultantes que se justifiquen a partir del nuevo estudio de tráfico que se realice, o en su defecto los incluidos en la ORDEN FOM/3317/2010, DE 17 DE DICIEMBRE, POR LA QUE SE APRUEBA LA INSTRUCCIÓN SOBRE LAS MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS PÚBLICAS.*

Por su parte, en la Orden FOM/3317 de 17 de diciembre, se establece que los incrementos de tráfico a utilizar en los estudios de tráfico a efectos de definir la categoría del firme serán del 1,44% para el periodo 2017 en adelante, por lo que se decide adoptar este valor.

Respecto al porcentaje de vehículos pesados, se decide adoptar el 11,8% que corresponde con el valor promedio registrado en la estación SE-8224 en los últimos 5 años, pues se considera que queda del lado de la seguridad al ser superior a tres de los registros de los últimos 5 años de esta estación y superior a todos los registros que sobre el porcentaje de vehículos pesados se han recogido en la estación PR-49 también en los últimos 5 años.

## 6.2.- Categoría de tráfico pesado

Como se ha justificado en el análisis de la capacidad de la glorieta, en los ramales de salida y entrada a Espartinas se registra una IMD de 5.593 vehículos en el año 2.020.

Tomando este valor como referencia y las tasas de crecimiento de la IMD y porcentaje de pesados justificados en el apartado anterior, se obtiene la siguiente IMD en el año de puesta en servicio de la conexión con Espartinas, que se considera se producirá en el año 2.022.

IMD PESADOS			
AÑO	IMD	% PESADOS	IMDp
2020	5.593	11,8	660
2021	5.674	11,8	670
2022	<b>5.755</b>	<b>11,8</b>	<b>679</b>

De acuerdo con la Norma 6.1 IC “Secciones de firme” de la Instrucción de Carreteras, la categoría de tráfico pesado que corresponde a la intensidad media diaria de vehículos pesados obtenida para el año de puesta en servicio es la **Categoría de tráfico pesado T2**.

## 7.- NIVELES DE SERVICIO

### 7.1.- Clase de carretera y velocidad de proyecto

Para el cálculo de los niveles de servicio se aplicará la metodología del Manual de Capacidad 2010 del Transportation Research Board de los Estados Unidos de América (HCM 2010), conforme a lo que establece la Nota de Servicio 5/2014 “Prescripciones y recomendaciones técnicas para la realización de estudios de tráfico de los Estudios Informativos, Anteproyectos y Proyectos de carreteras” de la Dirección General de Carreteras.

De acuerdo con el manual, en carreteras convencionales de dos carriles, las variables que definen el nivel de servicio para automóviles son: la velocidad media de recorrido, el porcentaje de tiempo que los vehículos circulan detrás de vehículos más lentos sin poder adelantar o alternativamente (para las carreteras de clase III) el porcentaje de velocidad media de recorrido en relación a la del flujo libre.

Para el cálculo de los niveles de servicio se considerará que el vial proyectado corresponde a una **carretera convencional de clase II** (no tiene por qué facilitar el desarrollo de altas velocidades, bien por su función complementaria de las de categoría I, o por discurrir por terrenos accidentados tener carácter turísticos, etc).

Así para este tipo de carretera, el nivel de servicio se determina mediante el siguiente criterio:

NIVEL DE SERVICIO EN CARRETERAS DE DOS CARRILES (CLASE II)	
Nivel de servicio	Porcentaje de tiempo circulando en cola detrás de un vehículo más lento (%)
A	≤40
B	>40≤55
C	>55≤70
D	>70≤85
E	>85
F	Si en una o en ambas direcciones la demanda excede la capacidad

El vial proyectado tiene una longitud de 230 m entre glorietas, por lo que, se ha considerado razonable adoptar una velocidad de proyecto **Vp=50 km/h**.

## 7.2.- Metodología

Como se ha indicado, el parámetro que se utiliza para evaluar el nivel de servicio en una carretera de clase II es el porcentaje de tiempo que se emplea siguiendo a otro vehículo más lento (PTSF).

Los pasos a seguir para su cálculo son:

- 1) Intensidades equivalentes ( $V_p = V_d + V_o$ )

En primer lugar, se determinan las intensidades en vehículos equivalentes que intervendrán en los cálculos para determinar el PTSF. Si se define  $V_p$  el flujo equivalente por hora considerando ambos sentidos:

$$V_p = \frac{IH}{FHP \cdot f_G \cdot f_{VP}}$$

Siendo:

- $V_p$ : Intensidad horaria en vehículos ligeros equivalentes, correspondiente a la tasa del cuarto de hora de mayor tráfico, total de calzada, en veh/h.
- IH: Intensidad horaria punta, en veh/h. Se considerará para este caso igual al 11% de la IMD.
- FHP: Factor de Hora Punta. Se considera en este caso igual a 0,88.
- $f_G$ : Factor de ajuste por pendiente para determinar el porcentaje de tiempo de seguimiento. Se

obtiene de la tabla del Manual de Capacidad en función del tipo de terreno e intensidad analizada por sentido.

- $f_{VP}$ : Factor de ajuste por el efecto de los vehículos pesados.

$$f_{VP} = \frac{1}{(1 + P_C \cdot (E_C - 1) + P_R \cdot (E_R - 1))}$$

Siendo:

$P_C$ : Porcentaje de camiones, expresado en tanto por uno. Se considera el 11,8% según se ha justificado previamente.

$P_R$ : Porcentaje de vehículos de recreo, expresado en tanto por uno. No interviene en este caso al ser  $E_R=1,0$ .

$E_C$ : Equivalente de vehículos ligeros para camiones

$E_R$ : Equivalente de vehículos ligeros para vehículos de recreo.

$E_C$  y  $E_R$  se obtienen de la tabla del Manual de Capacidad en función del tipo de terreno e intensidad analizada por sentido.

Considerando un reparto por sentidos de 50/50 en la hora punta y un terreno llano, el rango de intensidades por sentido va a estar comprendido entre 800 y 900 veh/h, por lo que entrando en las tablas correspondientes se tiene que  $f_G=1,0$ ,  $E_C=E_R=1,0$ .

Se obtiene así que  $f_{VP}= 1,0$

De esta forma, se obtienen los siguientes valores para la intensidad horaria equivalente:

INTENSIDAD HORARIA EQUIVALENTE									
AÑO	IMD (veh/día)	IH (por sentido veh/h)	FHP	$f_G$	$E_C$	$P_C$ (%)	$f_{VP}$	$V_d=V_o$ (veh/h)	$V_p$ (veh/h)
2020	5.593	308	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	354	707
2021	5.674	312	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	359	718
2022	5.755	317	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	364	728
2023	5.838	321	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	369	738
2024	5.922	326	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	375	749
2025	6.007	330	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	380	760
2026	6.094	335	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	385	771
2027	6.182	340	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	391	782
2028	6.271	345	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	397	793
2029	6.361	350	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	402	805
2030	6.453	355	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	408	816
2031	6.546	360	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	414	828

INTENSIDAD HORARIA EQUIVALENTE									
2032	6.640	365	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	420	840
2033	6.735	370	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	426	852
2034	6.832	376	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	432	864
2035	6.931	381	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	438	877
2036	7.031	387	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	445	889
2037	7.132	392	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	451	902
2038	7.235	398	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	457	915
2039	7.339	404	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	464	928
2040	7.444	409	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	471	942
2041	7.552	415	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	478	955
2042	7.660	421	0,88	1,00	1,1	11,8	0,9883	484	969

Se comprueba que la intensidad horaria equivalente resultante (Vd, Vo) para cada sentido es inferior a los 1.700 veh/h que se establece como capacidad de una carretera, y que la intensidad horaria equivalente para la suma de los dos sentidos es inferior a 3.200 veh/h, que corresponde a la capacidad de una carretera de dos carriles considerando ambos sentidos.

De esta forma, se debe seguir avanzando en el cálculo del nivel de servicio.

2) Cálculo del porcentaje de tiempo que se emplea siguiendo a otro vehículo más lento (PTSF).

El cálculo del porcentaje del tiempo siguiendo a otro vehículo para el sentido de circulación determinado (d) viene dado por la siguiente fórmula:

$$PTSF_d = BPTSF_d + f_{np,PTSF} \cdot \left( \frac{V_{d,PTSF}}{V_{d,PTSF} + V_{0,PTSF}} \right)$$

Siendo:

- BPTSF<sub>d</sub>: Porcentaje de tiempo básico de persecución en la dirección del análisis, que se obtiene mediante la fórmula:

$$BPTSF_d = 100 \cdot (1 - e^{(a \cdot v_d^b)})$$

Donde a y b son coeficientes obtenidos a partir de la tabla del Manual, entrando con la intensidad del sentido opuesto Vo (veh/h).

- f<sub>np,PTSF</sub>: El factor de ajuste (f<sub>d/np</sub>) se obtiene a partir de las tablas del Manual y representa el efecto combinado del reparto por sentidos del tráfico y la proporción de zonas con prohibición de adelantamiento. El tramo proyectado tiene una longitud entre glorietas de 230 m, aproximadamente. La Norma 8.1 IC "Señalización vertical", de 20 de marzo de 2014, indica que, en las intersecciones mediante glorietas, las señales de prohibición de adelantamiento por

aproximación a las mismas, independientemente de otras consideraciones de visibilidad, etc, deben situarse a una distancia de 200 m. De esta forma se considera que en el vial estará prohibido el adelantamiento en toda su longitud, por lo que la proporción de zonas con prohibición de adelantamiento será del 100%.

3) Niveles de servicio.

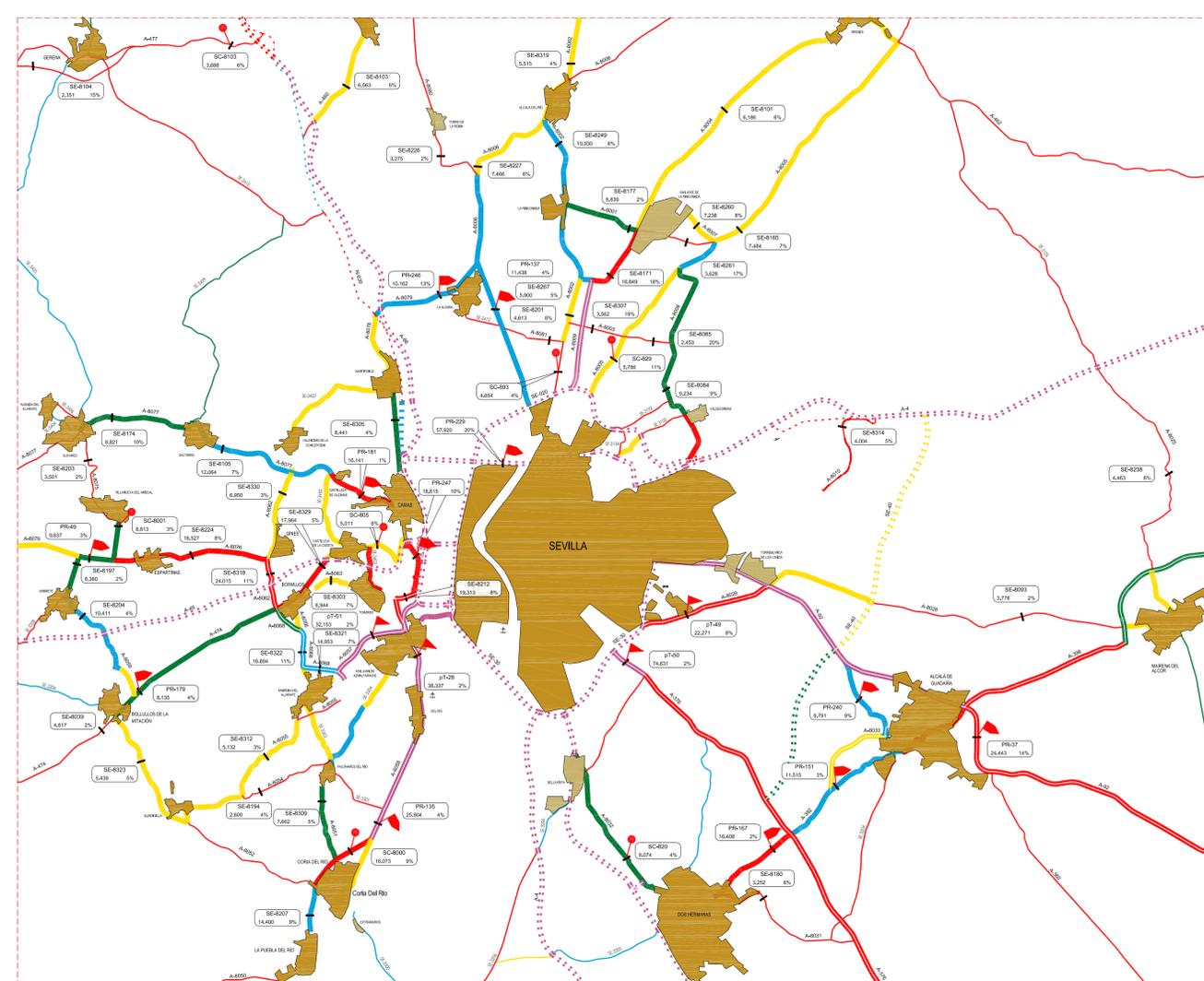
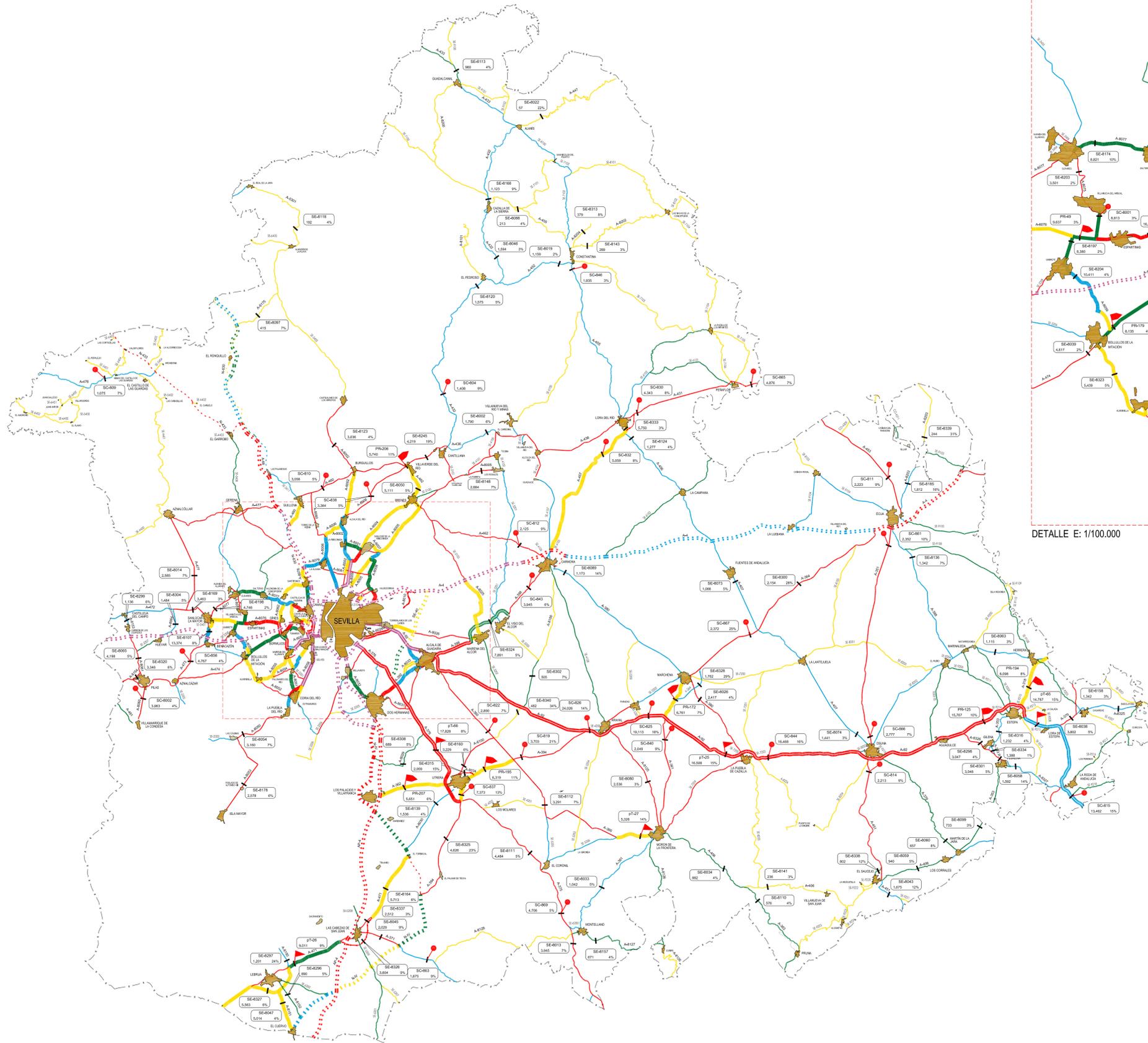
Con las hipótesis de cálculo consideradas y aplicando la metodología indicada, se obtiene los niveles de servicio indicados en la siguiente tabla:

NIVELES DE SERVICIO							
AÑO	Vd=Vo (veh/h)	a	b	BPTSF <sub>d</sub> (%)	f <sub>np,PTSF</sub>	PTSF <sub>d</sub> (%)	NIVEL DE SERVICIO
2020	354	-0,0020	0,934	38,14	51,3	63,79	C
2021	359	-0,0020	0,933	38,36	50,8	63,76	C
2022	364	-0,0021	0,932	40,06	50,3	65,21	C
2023	369	-0,0021	0,931	40,29	49,8	65,19	C
2024	375	-0,0021	0,929	40,33	49,2	64,93	C
2025	380	-0,0021	0,928	40,56	48,6	64,86	C
2026	385	-0,0022	0,927	42,24	48,1	66,29	C
2027	391	-0,0022	0,925	42,29	47,5	66,04	C
2028	397	-0,0022	0,924	42,52	47,0	66,02	C
2029	402	-0,0022	0,922	42,55	46,5	65,80	C
2030	408	-0,0022	0,921	42,78	46,1	65,83	C
2031	414	-0,0023	0,919	44,25	45,8	67,15	C
2032	420	-0,0023	0,918	44,49	45,4	67,19	C
2033	426	-0,0023	0,916	44,52	45,0	67,02	C
2034	432	-0,0024	0,915	46,16	44,7	68,51	C
2035	438	-0,0024	0,913	46,19	44,3	68,34	C
2036	445	-0,0025	0,911	47,59	43,9	69,54	C
2037	451	-0,0025	0,909	47,61	43,5	69,36	C
2038	457	-0,0025	0,908	47,85	43,2	69,45	C
2039	464	-0,0026	0,906	49,21	42,8	70,61	D
2040	471	-0,0026	0,904	49,23	42,3	70,38	D
2041	478	-0,0026	0,902	49,25	42,0	70,25	D
2042	484	-0,0027	0,901	50,79	41,5	71,54	D

De acuerdo con la Norma 3.1 IC "Trazado" de 19 de febrero de 2016, el nivel de servicio mínimo en la hora de proyecto del año horizonte para una carretera convencional con velocidad de proyecto de 50 km/h debe ser Nivel E, luego el vial proyectado cumple con dicha condición.

## APÉNDICES

APÉNDICE Nº 1. MAPAS DE TRÁFICO DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS



DETALLE E: 1/100.000

**Signos convencionales**

- Red de Carreteras de Andalucía (veh/día)**
- hasta 500
  - de 500 a 1.000
  - de 1.000 a 2.000
  - de 2.000 a 5.000
  - de 5.000 a 7.500
  - de 7.500 a 10.000
  - de 10.000 a 15.000
  - de 15.000 a 25.000
  - más de 25.000

- Red de gran capacidad (s/ intensidades)**
- 

- Red de Carreteras del Estado (s/ intensidades)**
- 

- Red de gran capacidad (s/ intensidades)**
- 

**Estaciones de aforo**

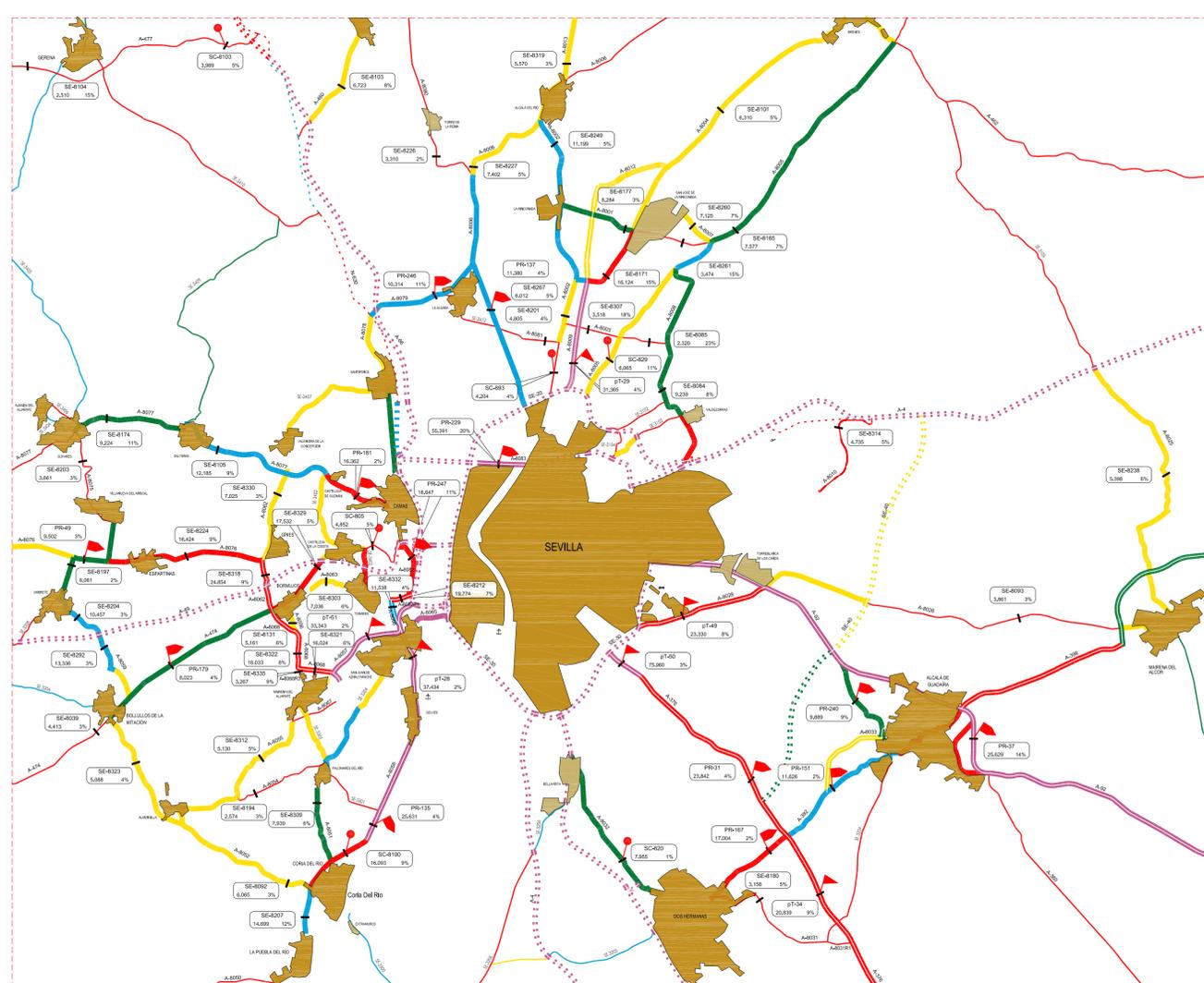
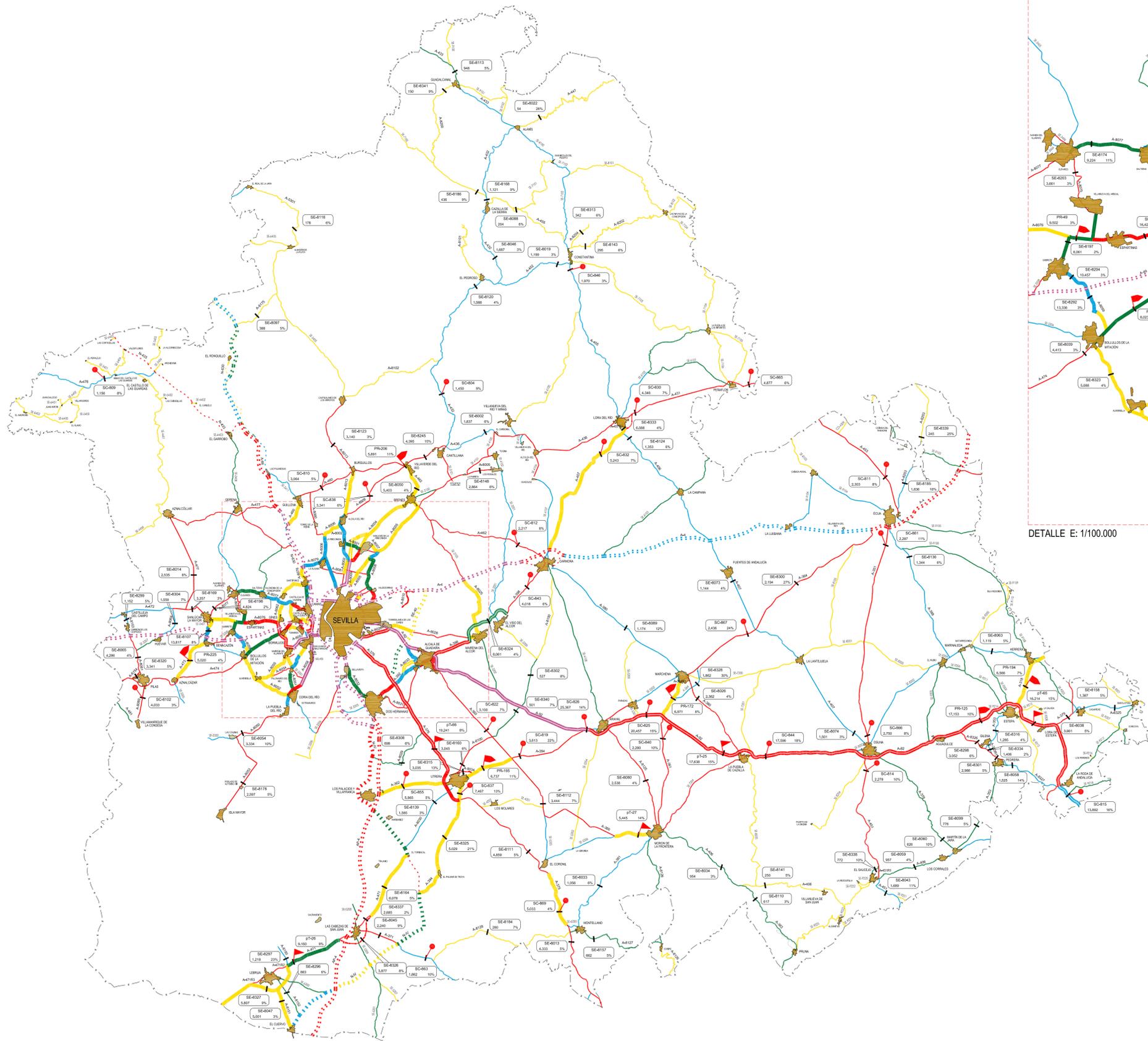
- ▲ Permanente con telemetría
- ▲ Primaria
- ▲ Secundaria
- ▲ De cobertura
- 2300 10% IMD % veh. pesados

**Otros símbolos**

- ⚓ Puertos
- ✈ Aeropuertos
- CTM (centro de transporte de mercancías)



NOTA: En las carreteras representadas con volumen de tráfico y sin estación de aforo se ha estimado su IMD.



DETALLE E: 1/100.000

**Signos convencionales**

- Red de Carreteras de Andalucía (veh/día)**
- hasta 500
  - de 500 a 1.000
  - de 1.000 a 2.000
  - de 2.000 a 5.000
  - de 5.000 a 7.500
  - de 7.500 a 10.000
  - de 10.000 a 15.000
  - de 15.000 a 25.000
  - más de 25.000

**Red de gran capacidad (s/ intensidades)**

- Red de Carreteras del Estado (s/ intensidades)
- Red de gran capacidad (s/ intensidades)

**Estaciones de aforo**

- ▲ Permanente con telemetría
- ▲ Primaria
- ▲ Secundaria
- ▲ De cobertura
- 2300 10% IMD % veh. pesados

**Otros símbolos**

- ⚓ Puertos
- ✈ Aeropuertos
- CTM (centro de transporte de mercancías)

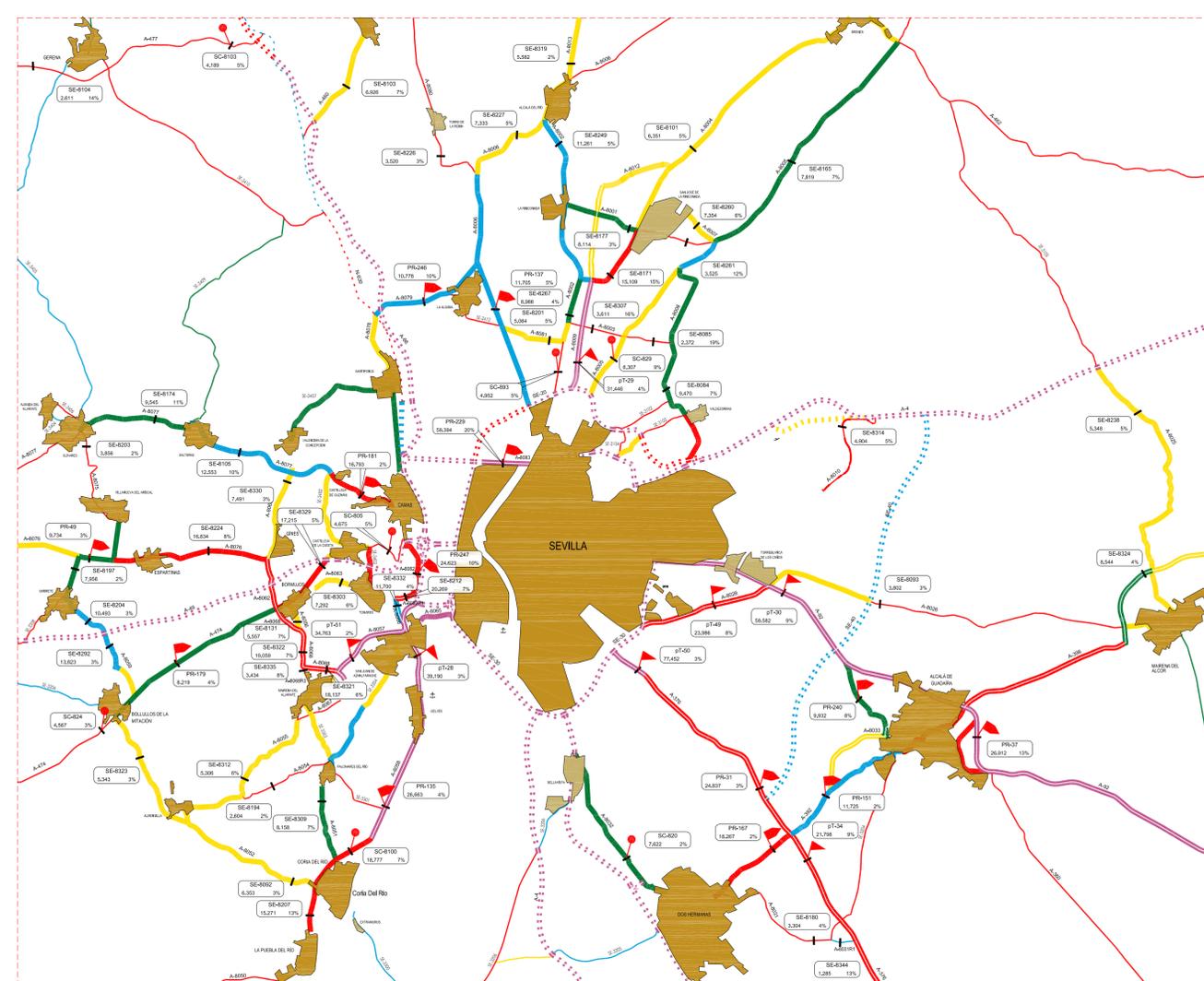
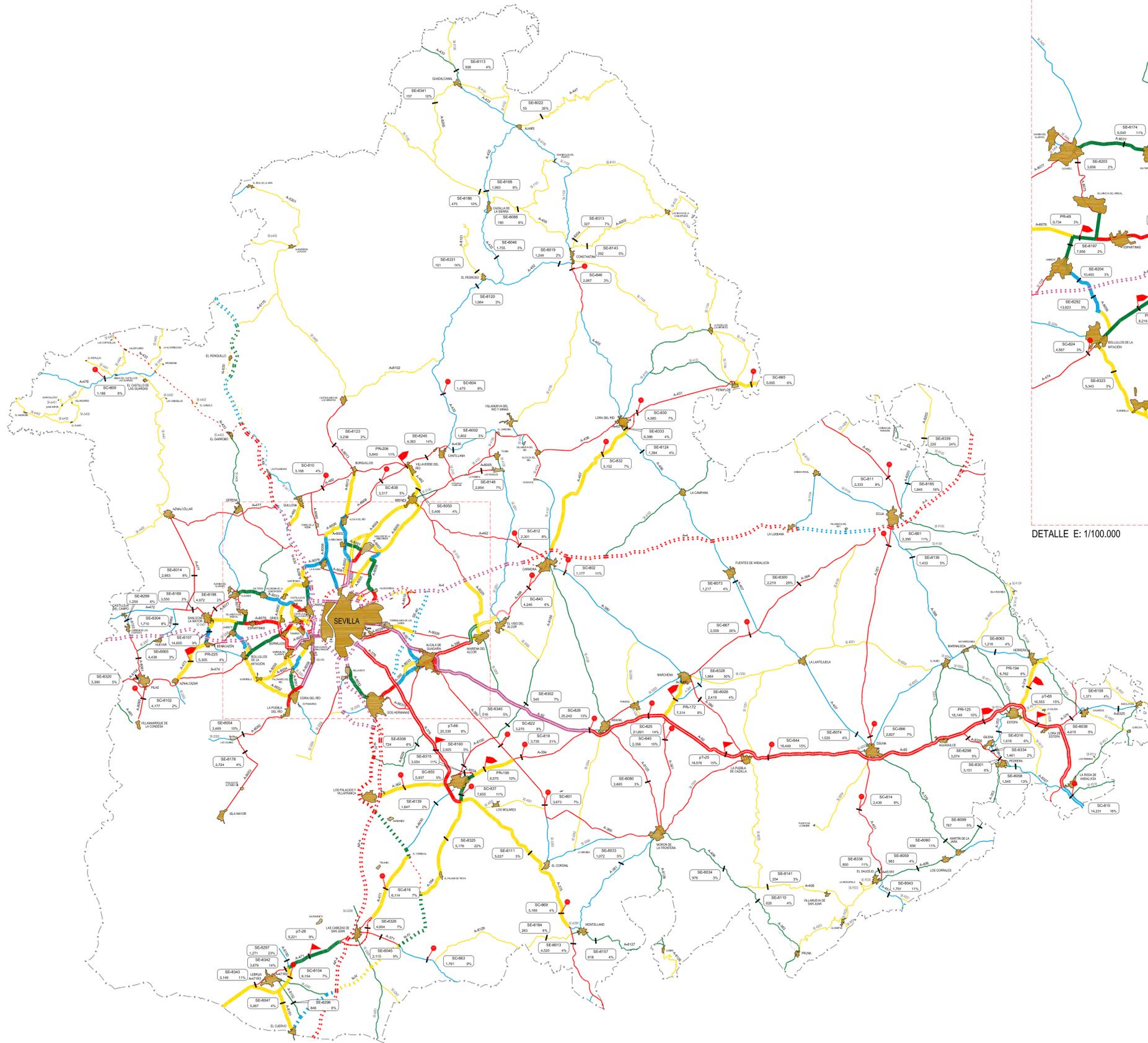


NOTA: En las carreteras representadas con volumen de tráfico y sin estación de aforo se ha estimado su IMD.

**PLAN DE AFOROS DE LA RED PRINCIPAL DE CARRETERAS DE ANDALUCÍA 2015**

MAPA DE TRÁFICO, PROVINCIA DE SEVILLA  
**SERVICIO DE CONSERVACIÓN Y DOMINIO PÚBLICO VIARIO**

ESCALA: 1/300.000



DETALLE E: 1/100.000

**Signos convencionales**

- Red de Carreteras de Andalucía (veh/día)**
- hasta 500
  - de 500 a 1.000
  - de 1.000 a 2.000
  - de 2.000 a 5.000
  - de 5.000 a 7.500
  - de 7.500 a 10.000
  - de 10.000 a 15.000
  - de 15.000 a 25.000
  - más de 25.000

Red de gran capacidad (s/ intensidades)

Red de Carreteras del Estado (s/ intensidades)

Red de gran capacidad (s/ intensidades)

**Estaciones de aforo**

- ▲ Permanente con telemetría
- ▲ Primaria
- ▲ Secundaria
- ▲ De cobertura
- 2300 10% IMD % veh. pesados

**Otros símbolos**

- ⚓ Puertos
- ✈ Aeropuertos
- 🚚 CTM (centro de transporte de mercancías)



NOTA: En las carreteras representadas con volumen de tráfico y sin estación de aforo se ha estimado su IMD.



PLAN DE AFOROS DE LA RED DE  
CARRETERAS DE LA JUNTA DE  
ANDALUCÍA 2017

PROVINCIA DE SEVILLA

Signos Convencionales

Red Autónoma de Carreteras de Andalucía

- I.M.D de 0 a 500
- I.M.D de 500 a 1000
- I.M.D de 1000 a 2000
- I.M.D de 2000 a 5000
- I.M.D de 5000 a 7500
- I.M.D de 7500 a 10000
- I.M.D de 10000 a 15000
- I.M.D de 15000 a 25000
- I.M.D de más de 25000

Red de Gran Capacidad

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

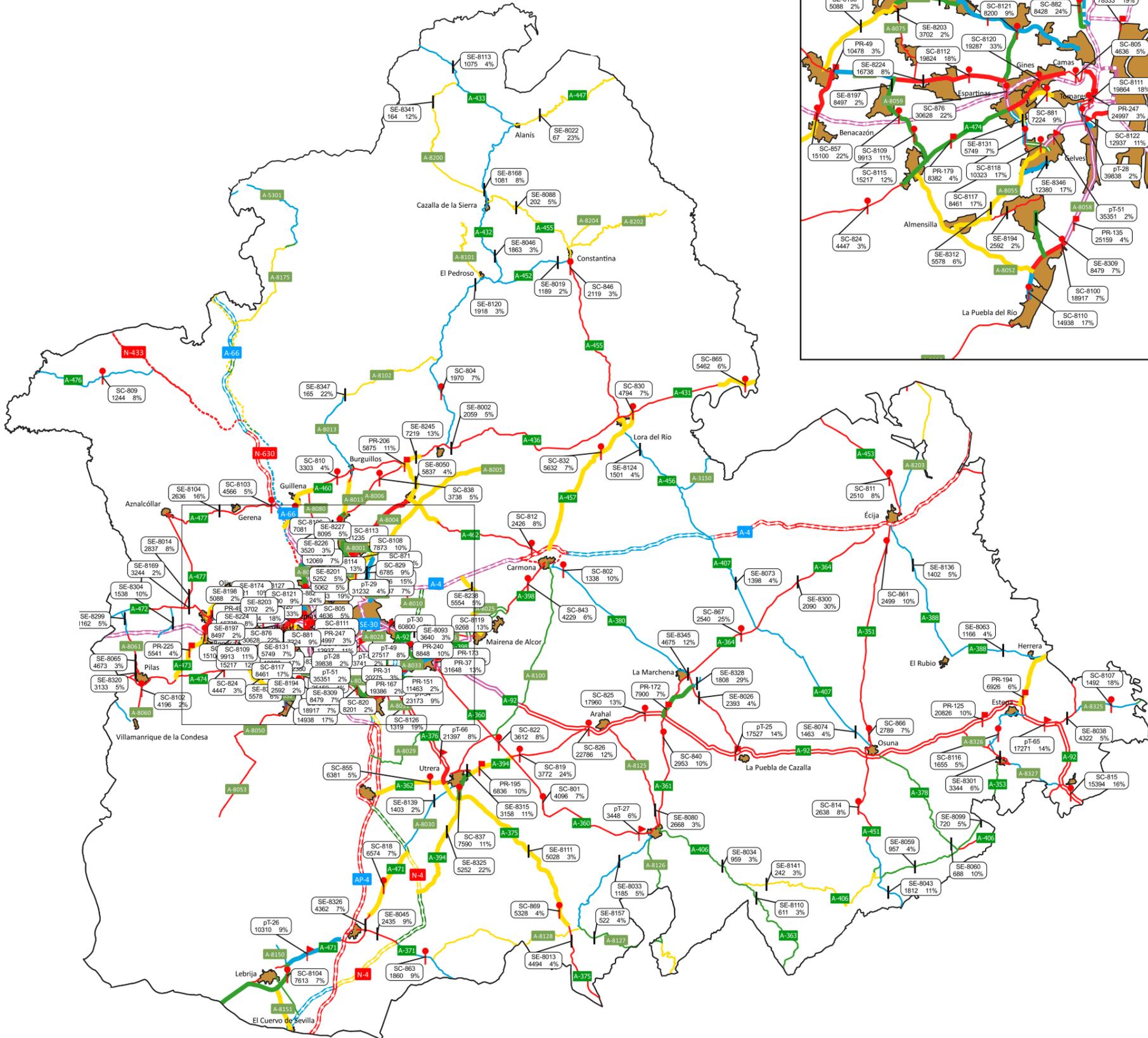
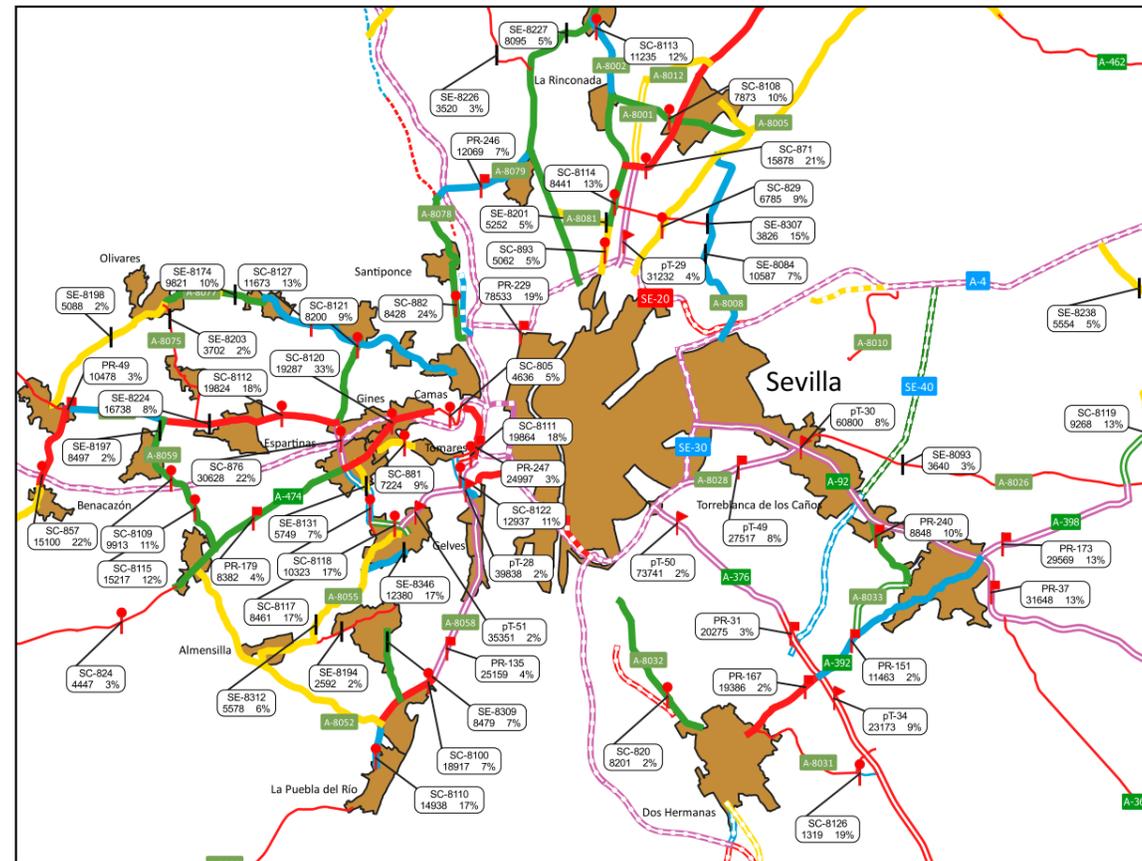
Red de Carreteras del Estado

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

Estaciones de Aforo

- Permanente
  - Primaria
  - Secundaria
  - Cobertura
- |  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |

La I.M.D está expresada en veh/día



1:650000

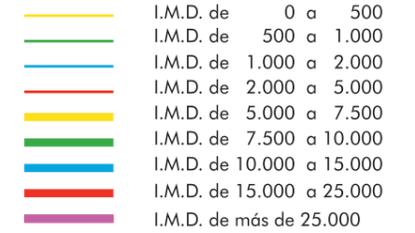


PLAN DE AFOROS DE LA RED DE  
CARRETERAS DE LA JUNTA DE  
ANDALUCÍA 2018

PROVINCIA DE SEVILLA

Signos convencionales

Red Autónoma de Carreteras de Andalucía



Red de gran capacidad



Red de Carreteras del Estado

Datos de tráfico de 2016 del Ministerio de Fomento



Red de gran capacidad



Red de Carreteras

Red Autónoma de Carreteras de Andalucía

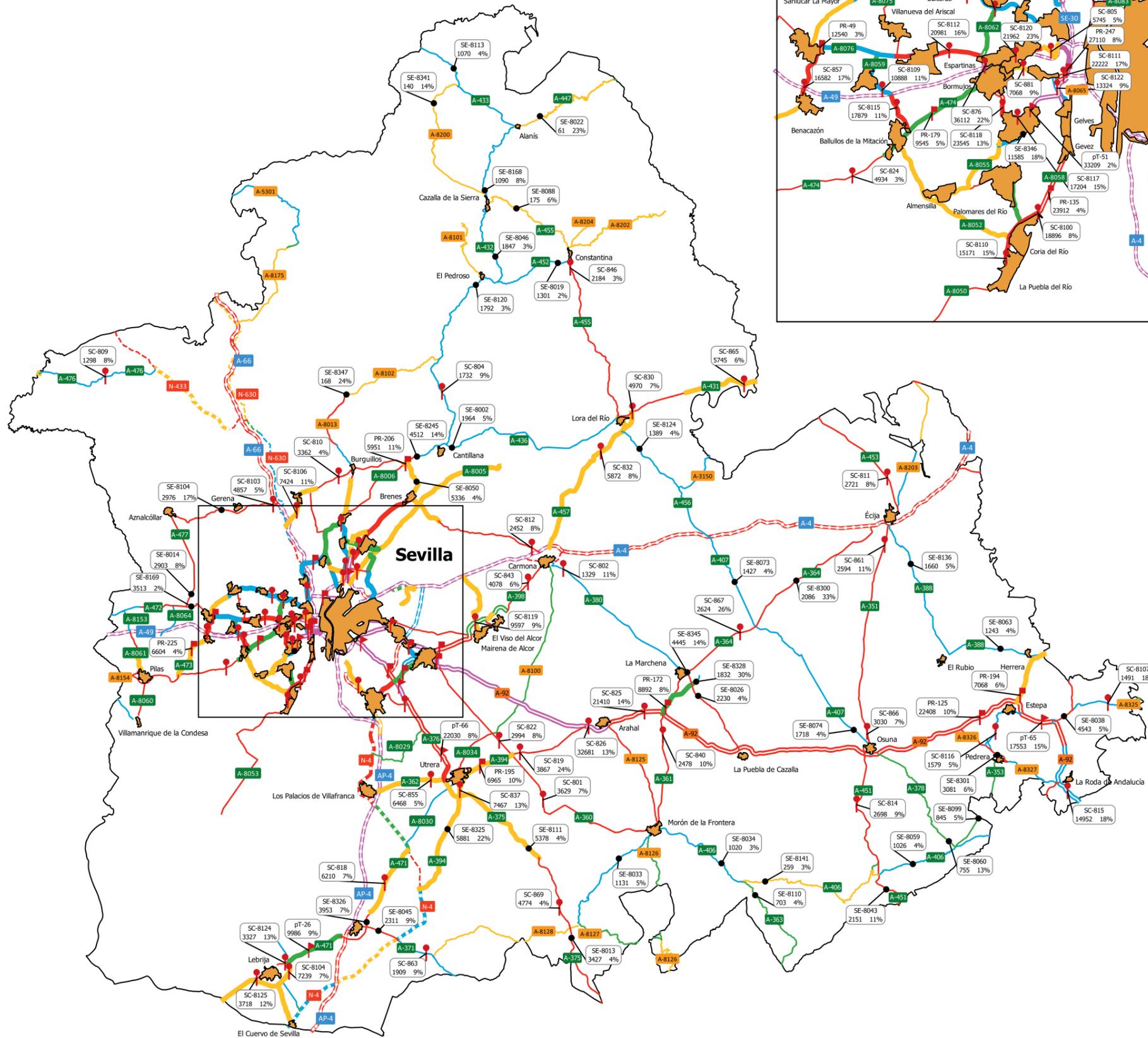
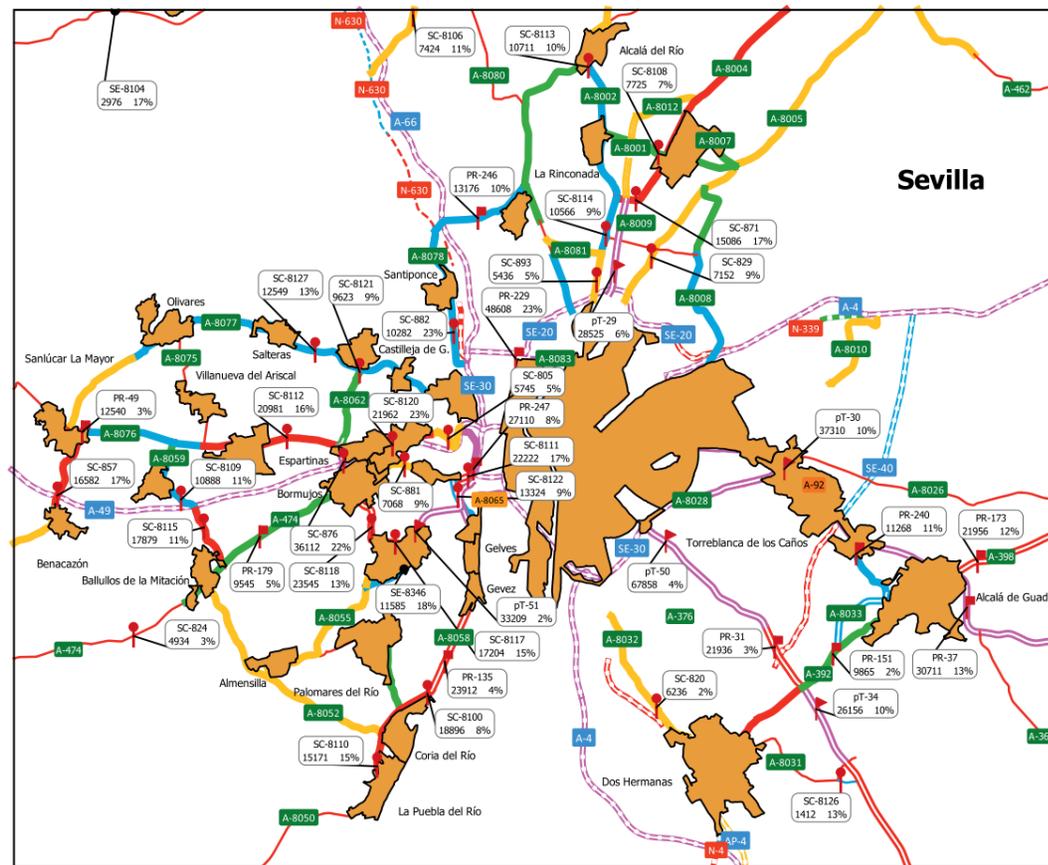
- A-92 Red Básica Estructurante
- A-308 Red Básica de Articulación
- A-312 Red Intercomarcal
- A-5054 Red Complementaria Metropolitana
- A-5054 Red Complementaria

Red de Carreteras del Estado

- A-56 Autovías y Autopistas
- N-331 Carreteras Convencionales

Estaciones de Aforo

- pT-01 8296 (13%) ■ Permanentes telemetría
- PR-2 2188 (2%) ■ Primarias
- SC-117 5182 (7%) ■ Secundarias
- De cobertura
- 2464 (6%) I.M.D. (% veh. pesados)



1:650.000

UTE AFOROS Y SEGURIDAD VIAL ANDALUCÍA

